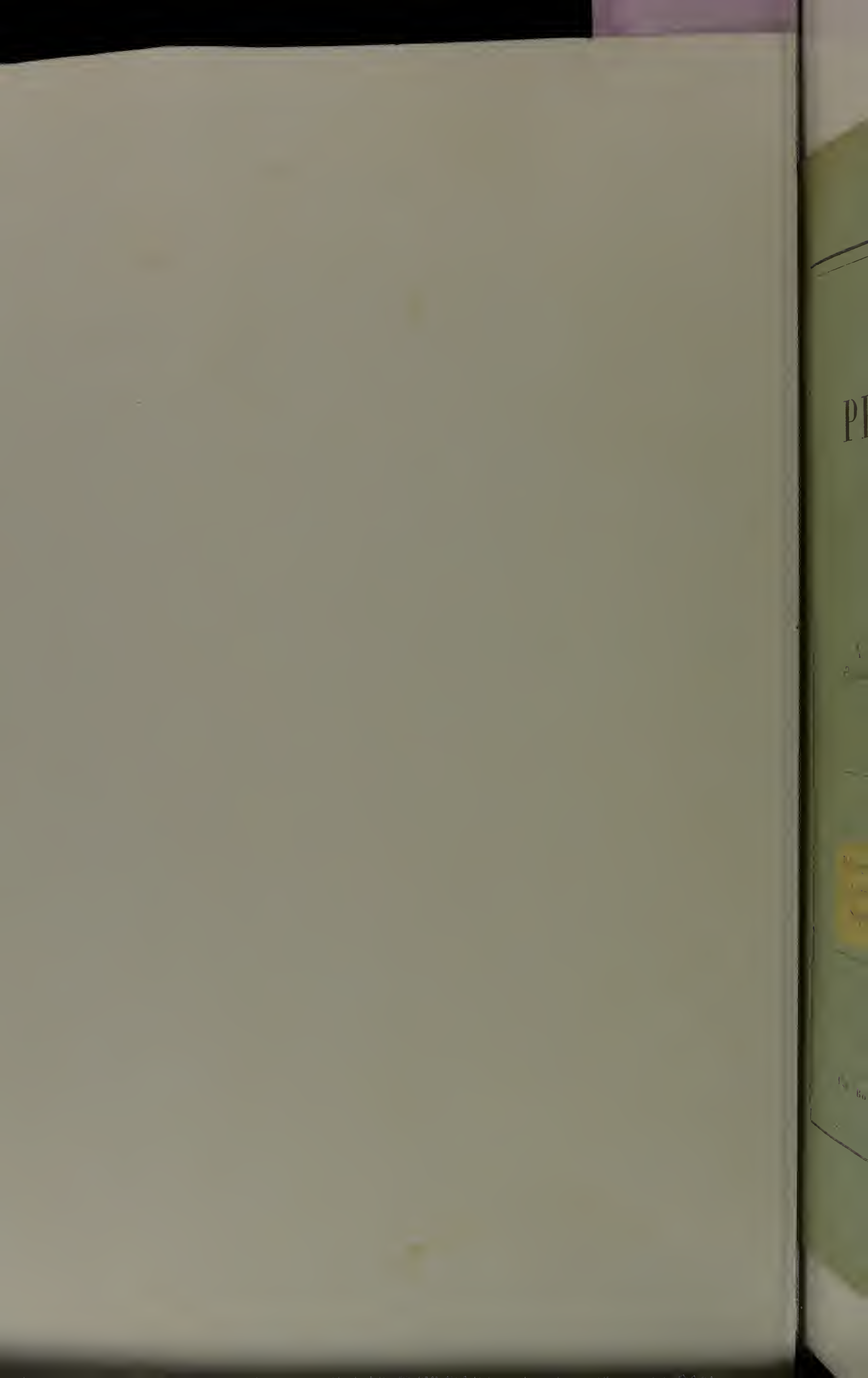


ARCHIVES

DE

PHYSIOLOGIE

NORMALE ET PATHOLOGIQUE

DIRECTEUR :

M. BROWN-SÉQUARD

SOUS-DIRECTEURS : MM.

A. DASTRE (*Physiologie normale*)

FRANÇOIS-FRANCK (*Physiologie pathologique*)

A. d'ARSONVAL (*Physique biologique*)

EXTRAIT

Recherches sur les mouvements rythmés des ailes et du thorax chez les oiseaux décapités; par M. Brown-Séquard.

(Arch. de phys — 1er Avril 1890. n° 2.)

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, et rue de l'Eperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

CONDITIONS DE LA PUBLICATION

Les *Archives de Physiologie* paraissent tous les trois mois et forment chaque année 1 volume d'environ 800 pages avec planches et nombreuses figures dans le texte.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

PARIS : 24 fr. — DÉPARTEMENTS : 26 fr. — ÉTRANGER : 28 fr.

Les Abonnés aux *Archives de Médecine expérimentale et d'Anatomie comparée* ont droit à une réduction de 2 francs sur le prix de l'abonnement.

Les auteurs des mémoires reçoivent gratuitement 50 exemplaires à part de leurs mémoires. Ils peuvent en faire tirer, à leurs frais, un nombre plus considérable.

Les tirages à part ne peuvent, en aucun cas, être mis dans le commerce.

XIII

RECHERCHES

SUR

LES MOUVEMENTS RYTHMÉS DES AILES ET DU THORAX

CHEZ LES OISEAUX DÉCAPITÉS

OU AYANT SUBI D'AUTRES LÉSIONS DES CENTRES NERVEUX

Par M. **BROWN-SÉQUARD**

J'ai découvert, il y a plus de quarante ans, que la section du cou, chez les oiseaux, est suivie — immédiatement ou à peu près — de mouvements rythmiques des ailes. On voit ces parties se soulever et s'étendre comme dans le vol, puis s'abaisser dans la flexion et se serrer contre le corps. Ce double mouvement d'extension et de flexion s'opère et se reproduit rapidement. Il peut y en avoir 40, 50, 60 ou même davantage. Chez un vieux pigeon mâle, extrêmement vigoureux, il y en a eu jusqu'à 75.

I. — Ces mouvements des muscles propres aux ailes s'accompagnent de contractions non seulement des muscles pectoraux qui vont à ces instruments du vol, mais aussi des muscles inspirateurs et expirateurs du tronc. Je me suis assuré qu'il y a, en effet, un vrai travail respiratoire dans ces circonstances. A l'aide d'un long tube en verre, fixé par une extrémité dans la trachée et contourné en U dans une partie de sa longueur, j'ai constaté qu'un liquide, coloré en rouge et contenu dans la portion recourbée du tube, se mouvait dans

un sens, puis dans un autre, sous l'influence des inspirations et des expirations associées aux mouvements des ailes d'oiseaux décapités. Ces mouvements, ainsi que ceux du thorax, sont parfaitement réguliers. Leur rythme reste le même pendant presque toute leur durée. Je l'ai vu ne pas varier, même à la fin, dans deux cas où ils ont cessé d'une manière subite. Mais en général la vitesse du jeu des ailes diminue graduellement avec l'étendue et l'énergie de ce jeu. Il n'est pas rare qu'après la cessation de l'acte complet d'ouverture et de fermeture les ailes se secouent encore nombre de fois, mais très faiblement et irrégulièrement.

Pour abréger, j'appellerai, dans les expériences suivantes, mouvements des ailes le travail complexe dans lequel sont associés à ces actions des mouvements respiratoires du tronc. Ces expériences ont été toutes, ou à bien peu près, faites sur des pigeons adultes extrêmement vigoureux.

Exp. I. — Section complète du cou, immédiatement en arrière du bulbe rachidien. Des précautions sont prises pour empêcher l'hémorrhagie. Il y a eu en 16 secondes trente-neuf mouvements des ailes.

Exp. II. — Section complète du cou, immédiatement en arrière du bulbe rachidien. Hémorrhagie complète. Il y a eu, en une vingtaine de secondes, environ trente mouvements des ailes.

Exp. III. — Section entre la deuxième et la troisième vertèbre cervicale. Hémorrhagie empêchée. Il y a trente-neuf mouvements violents du thorax et des ailes en un quart de minute.

Exp. IV. — Section au niveau de la troisième vertèbre cervicale avec des ciseaux. Hémorrhagie empêchée. Il y a trente-neuf mouvements violents, mais assez lents, en près d'une minute. La cessation de ces mouvements se fait soudainement.

Exp. V. — Section complète du cou avec les ciseaux entre la troisième et la quatrième vertèbre. Hémorrhagie empêchée. Après deux ou trois secondes les mouvements des ailes commencent. Il y en a soixante en 35 secondes.

Exp. VI. — Section totale du cou, faite avec une paire de ciseaux, au niveau de la quatrième vertèbre. On empêche l'hémorrhagie par les vaisseaux coupés. Pendant une demi-minute, il y a une trentaine de mouvements rythmiques des ailes. Les efforts respiratoires de la tête n'ont pas le même rythme que les mouvements du thorax et des ailes.

Exp. VII. — On coupe le cou comme dans l'expérience précédente, en ayant soin de ne pas léser la trachée. Hémorrhagie empêchée. Il y a 48 mouvements respiratoires très violents en 20 secondes, puis quel-

ques respirations, sans mouvements des ailes. Il y a encore des mouvements respiratoires thoraciques au bout de 65 secondes.

Exp. VIII. — Section du cou sur la septième vertèbre cervicale, *la trachée non coupée.* Hémorrhagie empêchée. En 15 secondes, trente-huit violents mouvements respiratoires des ailes et des muscles thoraciques.

Exp. IX. — Section au niveau de la troisième vertèbre cervicale, sans précaution aucune pour empêcher l'écoulement du sang. Il y a quarante-deux mouvements respiratoires en un quart de minute.

II. — Ces faits m'ont clairement montré l'association de mouvements parfaitement rythmiques des ailes avec le travail respiratoire. J'ai fait de nombreuses expériences pour savoir si la perte de sang qui accompagne ces mouvements joue un rôle dans leur production. J'ai cru pendant longtemps que ces contractions rythmiques des ailes sont plus énergiques et plus durables lorsqu'on a soin, aussitôt après la décapitation, de tirer la peau du cou sur la plaie et, en la comprimant en même temps qu'on la presse sur la face antérieure du cou, d'empêcher le sang artériel de s'échapper. En multipliant les expériences et les étudiant avec soin, j'ai trouvé qu'il y a fort peu de différence entre les cas où il y a à peine perte de sang et ceux, au contraire, où l'hémorrhagie a pu avoir lieu en liberté. Dans les expériences de I à VIII, la perte de sang a été empêchée. Le nombre des battements d'ailes a varié de 30 à 60 et la moyenne a été de 36. Dans nombre de cas où, comme dans l'expérience IX, j'ai laissé s'écouler le sang, la moyenne a été à bien peu près semblable à la précédente : 36 au lieu de 39.

J'ai souvent cherché si, après avoir coupé la moelle épinière en laissant intacte une très grande partie du cou, il y aurait des mouvements semblables à ceux qui suivent la section complète. L'expérience suivante montre qu'il n'y a pas de différences notables.

Exp. X. — On met à nu la moelle épinière au niveau de la troisième vertèbre cervicale, et on la coupe transversalement. Presque aussitôt après se montrent les mouvements rythmiques du thorax et des ailes. Il s'en produit environ quarante en trente-cinq secondes.

Il est clair, conséquemment, que la section de la moelle

cervicale est l'élément essentiel à la production des actions rythmiques des muscles thoraciques et des ailes. J'ai néanmoins voulu savoir si la section des gros vaisseaux du cou ne participait en rien à ces phénomènes. Les deux expériences suivantes donnent la réponse à cette question.

Exp. XI. — A 2 h. 47 m., on coupe les vaisseaux du cou à sa partie antérieure et supérieure, sans léser les nerfs vagues et la trachée. On ne s'oppose en rien à l'hémorrhagie. La respiration est presque aussitôt affaiblie et difficile. Le pigeon tombe alternativement à gauche, puis à droite. Mis sur le dos il y reste. A 2 h. 52 m., il y a quelques mouvements convulsifs dans les ailes, et la respiration s'arrête. L'animal meurt sans autres manifestations d'agonie.

Exp. XII. — A 2 h. 55 m., on coupe les vaisseaux du cou, sans s'inquiéter de l'hémorrhagie et sans léser les nerfs vagues et la trachée. Le pigeon meut volontairement les ailes et les pattes, essayant de fuir. Il ne peut pas voler. La respiration est presque impossible. Il y a des mouvements convulsifs mêlés à quelques mouvements rythmiques respiratoires du thorax et des ailes. A 2 h. 57 m., il y a encore deux de ces mouvements respiratoires, puis quelques convulsions des muscles pectoraux.

Exp. XIII. — Sur un pigeon de 2 à 3 mois, on coupe les vaisseaux du cou, et on empêche l'hémorrhagie. Quelques secondes après, des convulsions ont lieu, mais elles cessent bientôt. Après une demi-minute, les mouvements rythmiques des ailes se montrent; ils durent près de trois quarts de minute ; ils sont très rapides, mais peu forts.

III. — Il est clair, d'après ces faits, que l'hémorrhagie, si l'on veut supposer qu'elle puisse contribuer à faire apparaître dans les ailes quelques mouvements associés à ceux de la respiration, peut tout au plus jouer un rôle très minime comme cause de ces mouvements. En effet, ils ont à peine existé chez les pigeons des expériences XI et XII, où l'hémorrhagie a eu lieu en liberté, et ils ont, au contraire, été très rapides et de longue durée chez le pigeon de l'expérience XIII. C'est ce que j'ai déjà montré à propos des expériences I à VIII, dans lesquelles, après la section du cou, l'hémorrhagie n'a pas été empêchée.

IV. — Faut-il rapporter à l'état asphyxique du sang l'association des mouvements des ailes au travail respiratoire? En d'autres termes, est-ce la même cause qui fait que, dans les efforts respiratoires qui existent dans la tête des oiseaux, sé-

parée du corps, la mâchoire inférieure se meut rythmiquement?

Il est plus difficile qu'on ne pourrait le croire de résoudre cette question. Il semble qu'il suffirait de s'assurer si l'asphyxie par simple privation d'air fait apparaître des mouvements rythmiques des ailes comme la section du cou. Chez des pigeons et d'autres oiseaux que j'ai asphyxiés par la strangulation, la ligature de la trachée ou la submersion de la tête, il y a eu d'abord des battements d'aile, qui n'étaient que des efforts pour fuir en volant. Ces mouvements n'ont pas le rythme régulier de ceux que l'on voit après la section du cou. Ils ont les irrégularités qui appartiennent aux actions volontaires.

Lorsque la perte de connaissance arrive, ces mouvements ne se montrent que dans une proportion peu considérable de cas ; ils sont rythmiques, faibles et accompagnent les mouvements respiratoires de la tête. Mais alors l'encéphale tout entier existe et conserve ses connexions avec la moelle épinière. Il est donc tout naturel que ce qui se passe pour le bec, qui s'ouvre et se ferme rythmiquement, ait lieu aussi pour les ailes.

La section de la tête d'un pigeon sur le bulbe ou immédiatement en avant ou en arrière de cet organe est suivie le plus souvent de mouvements d'ailes, parfaitement rythmiques, associés aux mouvements respiratoires. Si la section porte sur la partie supérieure du bulbe ou en avant de lui, si l'on a pris soin d'éviter qu'il y ait une hémorrhagie très considérable et une gêne mécanique de la respiration, les mouvements des ailes sont faibles et ne durent pas. Lorsque le cou est coupé plus près du thorax que de la septième cervicale, les mouvements rythmiques des ailes et le travail respiratoire qui les accompagne manquent complètement.

L'écrasement de la tête par un coup de marteau (le bulbe étant écrasé), de même que la section du cou, est suivi de mouvements rythmiques des ailes. J'ai fait assez souvent, cherchant autre chose que ces mouvements, l'écrasement lent du cou. Voici une de ces expériences qui a donné les résultats ordinaires.

Exp. XIV. — Section lente du cou avec l'écraseur de Chassagnac, la trachée laissée intacte. A peine de mouvements pendant l'opération. Au bout de quelques secondes plusieurs mouvements respiratoires des ailes et du thorax, et après un repos de quelques secondes une douzaine encore de mouvements des ailes.

V. — Il ne faut pas croire que les mouvements rythmiques des ailes existent toujours. On n'en voit guère, quelquefois, même dans les meilleures circonstances, c'est-à-dire si l'on tient l'animal suspendu par la peau du cou. *A fortiori* manquent-ils quelquefois lorsque l'animal est mis par terre sur son poitrail. Les ailes étendues s'arc-boutent alors sur le sol et y restent, montrant assez souvent de la trépidation. Le plus souvent, cependant, les mouvements rythmiques des ailes ont alors lieu simultanément avec d'autres mouvements qui sont de véritables culbutes et dont je parlerai dans un autre mémoire publié dans ce numéro sous le titre : *Théorie des mouvements involontaires coordonnés.*

Mais ce ne sont pas seulement ces divers mouvements qu'on observe ; il arrive quelquefois que des mouvements de marche en avant, des mouvements rotatoires de manège, etc., se produisent. On en a un bon exemple dans l'expérience suivante :

Exp. XV. — Sur un pigeon ayant eu la partie antérieure du cerveau *droit* extirpée et qui avait de la tendance à tourner *à droite*, on coupe le cou au niveau de la 3e vertèbre. On le met par terre sur ses pattes ; il parcourt alors en courant circulairement au moins deux mètres, s'aidant des ailes, décrivant presque un cercle complet, de gauche *à droite.* La course était titubante ; elle fut suivie de chutes tantôt en avant, tantôt en arrière, semblables à celles que j'ai depuis longtemps décrites comme effets de piqûres du ventricule spinal, mais beaucoup plus fortes.

Chez les jeunes oiseaux ayant moins de cinq ou six semaines, la section du cou n'est pas suivie de mouvements rythmiques des ailes. Une inhibition complète des puissances de la moelle dorsale et lombaire a lieu par l'irritation que cause la section de la moelle cervicale tout près du thorax.

VI. — J'ai dit plus haut que j'avais vu une fois 75 mouvements d'ailes après la section. Ce fait exceptionnel mériterait d'être étudié tout particulièrement, mais l'espace manquant,

je me bornerai à dire qu'avant de couper le cou au pigeon je lui avais fait la section du rachis un peu au-dessus du ventricule spinal. Non seulement le nombre des mouvements a été bien plus considérable qu'à l'ordinaire, mais encore ils ont été aussi plus énergiques et plus rapides.

J'ai fait sur trois autres pigeons exactement la même expérience, consistant en deux sections du rachis : la première dans la région dorso-lombaire, la seconde au cou, au niveau de la 3e vertèbre. Les résultats ont été les suivants : chez l'un, le nombre des mouvements rythmiques a été de 63 (très forts et rapides) ; chez un autre, il y a eu 42 mouvements assez forts, et chez le troisième, il n'y a eu aucun autre mouvement qu'un très léger tremblement des ailes.

Des expériences nombreuses chez les mammifères expliquent ce qui s'est passé chez ces quatre pigeons ayant eu deux lésions médullaires. La première section a produit de la dynamogénie de la moelle cervicale chez ceux qui ont eu 63 et 75 mouvements des ailes. L'état normal de la moelle cervicale a continué chez le pigeon qui a eu 42 battements d'ailes. Quant à l'animal qui n'a eu qu'un peu de tremblement, c'est de l'inhibition qui est survenue à la moelle cervicale.

VII. — Ce n'est pas seulement la section du cou qui est suivie des mouvements d'ailes associés à des efforts respiratoires. Chez nombre de pigeons, j'ai constaté le même fait, ainsi que je l'ai dit plus haut, après l'écrasement de la tête, c'est-à-dire de l'encéphale entier.

Chez d'autres pigeons, après la section transversale du bulbe, au niveau du bec du calamus, j'ai vu quelquefois ces mouvements d'ailes ; mais, dans d'autres cas, j'ai constaté le même fait que l'on observe quelquefois chez les mammifères, c'est-à-dire cette mort particulière avec arrêt des échanges entre les tissus et le sang, et une absence complète de tout mouvement du thorax et des ailes. J'ai aussi vu les mouvements rythmiques des ailes dans des cas de lésion de l'encéphale en avant du cervelet, ayant causé une hémorrhagie considérable comprimant le bulbe.

La rapidité des mouvements des ailes varie considérable-

ment. Ainsi, dans un cas, il n'y a eu que 30 mouvements ; dans un autre 52, dans le même temps, qui a été de 45 secondes. Dans nombre de cas où la durée des mouvements a été de 15 à 20 secondes, il y en a eu 26, 31, 38, 39 (2 fois), 42 (2 fois), 48.

La rapidité des mouvements peut varier notablement malgré la similarité de la lésion et celle de la durée des battements d'ailes. Ainsi, sur trois pigeons ayant eu l'encéphale écrasé, il y a eu, en 20 ou 22 secondes, 26 mouvements chez l'un, 36 chez le second, 42 chez le troisième.

La force des mouvements est en rapport avec leur rapidité : dans un cas où il n'y eut que 12 mouvements extrêmement faibles, ils eurent lieu en 40 secondes.

L'endroit où la section du cou est faite a une grande influence sur la rapidité, l'énergie, le nombre, et aussi sur l'existence des mouvements des ailes. Je n'ai jamais vu ces mouvements quand j'ai coupé le cou au-dessous ou en arrière de la septième cervicale [1]. Le nombre, la rapidité, l'énergie des battements d'ailes sont d'autant plus grands que la section se rapproche davantage du bulbe.

VIII. — La section de la moelle cervicale sans autre lésion du cou et du rachis que ce qui est essentiel pour atteindre la moelle suffit parfaitement pour déterminer des mouvements rythmiques des ailes. Dans un cas, après cette opération au niveau de la cinquième vertèbre, il y a eu 40 de ces mouvements en 20 secondes.

IX. — Dans un autre mémoire [1] je tâcherai de montrer en quoi ces mouvements rythmiques des ailes et du thorax se rattachent à nombre d'autres espèces de mouvements involontaires, coordonnés et réguliers, et observés chez l'homme comme chez d'autres vertébrés (mamnifères ou oiseaux).

[1] Je trouve pourtant, dans un registre de mes expériences, le fait suivant, dont j'ai été témoin en 1881. « Section colonne cervicale, près de 1re dorsale, 38 mouvements rythmiques des ailes en quinze secondes. » Malheureusement l'autopsie n'a pas été faite ou n'a pas été mentionnée.

[2] Publié ci-après, sous le titre suivant : *Théorie des mouvements involontaires, coordonnés, des membres et du tronc* (p. 411 et suiv.).